

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 676 620 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **94104762.3**

(51) Int. Cl.⁶: **G01D 5/16**

(22) Anmeldetag: **25.03.94**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.10.95 Patentblatt 95/41

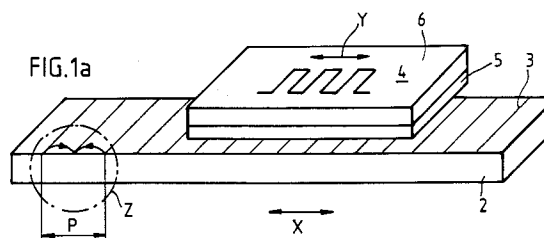
(71) Anmelder: **Dr. Johannes Heidenhain GmbH**
Postfach 12 60
D-83292 Traunreut (DE)

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB IT LI

(72) Erfinder: **Spies, Alfons, Dipl.-Ing.**
Wopfnerstrasse 2
D-83358 Seebruck (DE)

(54) **Magnetisches Messsystem.**

(57) Bei einer Positionsmeßeinrichtung (1) gemäß Figur 1 wird eine magnetische Meßteilung (3) von einer Abtasteinheit (4) abgetastet, die magnetfeldempfindliche Elemente (5) als Sensoren enthält. Den Sensoren (5) ist ein hochfrequentes Wechselfeld als Hilfsfeld (Y) überlagert. Dies führt zu Wechselspannungssignalen (U1, U2) am Ausgang der Sensoren (5).



EP 0 676 620 A1

Die Erfindung bezieht sich auf eine Positionsmeßeinrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Derartige Einrichtungen sind hinreichend bekannt. Als Beispiel sei auf die DE 28 34 519 A1 hingewiesen. Aus dieser Druckschrift ist eine digitale Längenmeßvorrichtung bekannt, mit zwei relativ zueinander verstellbaren Teilen, von denen einer einen Maßstab und der andere einen Detektor zum Abtasten des Maßstabes und zum Erzeugen elektrischer Signale, die der abgetasteten Länge entsprechen, trägt, und mit einer Elektronik zum Verarbeiten der Detektorsignale, wobei der Maßstab einen Markierungsträger mit magnetisierbarem Material aufweist, welcher in vorbestimmten Abständen zur Bildung von ablesbaren Markierungen magnetisiert ist, und wobei der Detektor ein Lesekopf für die Markierungen ist. Als eine weiterverarbeitende Einrichtung kann dabei eine Digital-Anzeigevorrichtung verwendet werden. Der Markierungsträger kann dabei eine Magnetschicht sein, wobei die Markierungen durch sinusförmige Magnetisierung zweier Spuren gebildet sind, wobei für jede Spur je ein Lesekopf vorhanden ist. Der Detektor kann mindestens einen flußempfindlichen Magnetkopf aufweisen, der zum Lesen bei geringer Relativgeschwindigkeit zwischen Detektor und Markierungsträger nach dem Prinzip eines magnetischen Modulators geschaltet ist. Bei der angegebenen Veröffentlichung fehlen detaillierte Angaben über die Ausführung des Detektors vollständig.

Ferner ist aus der EP 0 069 392 A2 eine digitale Positionsmeßeinrichtung bekannt, bei der ein Detektor vorgesehen ist, der einen magnetoresistiven Sensor aufweist. Dort sind magnetoresistive Sensoren mit unterschiedlichen Kennlinien beschrieben und Brückenschaltungen mit derartigen Sensoren offenbart.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einer Positionsmeßeinrichtung eine Abtasteinheit mit magnetfeldempfindlichem Sensor zu schaffen, die unempfindlich gegen störende Fremdfelder ist, Nullpunktverschiebungen der Sensoren ausgleicht und die wenig Oberwellenanteile erzeugt.

Diese Aufgabe wird von einer Positionsmeßeinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Die Vorteile der erfindungsgemäßen Positionsmeßeinrichtung liegen in deren Funktionssicherheit, in der Stabilisierung des Arbeitspunktes der magnetfeldempfindlichen Elemente innerhalb ihrer Kennlinie und den daraus resultierenden positiven Eigenschaften.

Mit Hilfe der Zeichnungen soll anhand von Ausführungsbeispielen die Erfindung noch näher erläutert werden.

Es zeigt

Figur 1a eine Prinzipdarstellung einer Posi-

tionsmeßeinrichtung;

Figur 1b eine Einzelheit aus Figur 1a;

Figur 1c eine variierte Einzelheit aus Figur 1a;

5 Figur 2 eine Positionsmeßeinrichtung mit magnetischem Hilfsfeld;

Figur 3 eine schematische Darstellung von Maßstab, Abtastelementen und Hilfsfeld;

10 Figur 4 eine schematische Anordnung magnetoresistiver Elemente gemäß Figur 3;

Figur 5 eine weitere Anordnung magnetoresistiver Elemente in einer Brückenschaltung;

15 Figur 6 eine Kennlinie eines magnetoresistiven Elementes mit Signalverlauf bei Aussteuerung mit einem rechteckförmigen Hilfsfeld;

20 Figur 7 einen Signalverlauf bei Anlegung eines dreieckförmigen Hilfsfeldes;

Figur 8 ein Blockschaltbild und

25 Figur 9 Sensoren mit stromdurchflossenden Leitern zur Erzeugung des Hilfsfeldes.

In Figur 1a ist eine Prinzipdarstellung einer magnetischen Längenmeßeinrichtung 1 gezeigt. Die Längenmeßeinrichtung 1 besteht im wesentlichen aus einem Maßstab 2, der eine periodische Meßteilung 3 aufweist, sowie aus einer Abtasteinheit 4 zur Abtastung der Meßteilung 3. Der Maßstab 2 besteht aus magnetischem Material und ist abwechselnd mit gegensätzlicher Feldstärke magnetisiert - daraus bildet sich die periodische Meßteilung 3 mit der Teilungsperiode P. Die Magnetisierung erfolgt längs der Ebene, in der sich der Maßstab 2 erstreckt, kann aber auch senkrecht dazu verlaufen, was hier jedoch nicht gezeigt ist.

Die Magnetisierung erzeugt ein Streufeld, welches symbolisch in den vergrößerten Einzelheiten Zb und Zc in den Figuren 1b und 1c dargestellt ist.

Die periodische Meßteilung 3 wird von magnetoresistiven Elementen 5 abgetastet, die sich in der Abtasteinheit 4 befinden und auf die in der Beschreibung zu den folgenden Figuren noch näher eingegangen wird. Dabei wird als Bezugszeichen eine 5 für das oder die magnetoresistiven Elemente eingesetzt und gegebenenfalls um die jeweilige Figurenbezeichnung als Index ergänzt.

50 In Figur 1b ist das magnetoresistive Element 5b in der zur Meßteilung 3 parallelen Ebene waagrecht liegend angeordnet. Gemäß Figur 1c ist das magnetoresistive Element 5c in der zur Meßteilung 3 parallelen Ebene senkrecht stehend angeordnet.

55 Für die Erfindung ist jeder magnetfeldempfindliche Sensor mit quadratischer Kennlinie geeignet. So können als Sensoren auch Feldplatten verwen-

det werden.

Das erfindungsgemäße Hilfsfeld muß nur jeweils in der Richtung liegen, in der der Sensor empfindlich ist.

Die Abtasteinheit 4 weist darüber hinaus einen Baustein 6 auf, der das magnetische Hilfsfeld Y erzeugt, welches elektromagnetisch erzeugt wird und von einem Wechselfeld gebildet wird.

Das Hilfsfeld Y wirkt in der Richtung, in der die magnetoresistiven Elemente 5 empfindlich sind.

Die in Figur 2 dargestellte Anordnung zeigt schematisch die Positionsmeßeinrichtung 1 mit einer Spule 6 zur Erzeugung des Hilfsfeldes Y. Der Maßstab 2 wird von einer Abtasteinheit 4 abgetastet. Die Abtasteinheit 4 weist magnetoresistive Elemente 5 auf, die von der Spule 6 umschlossen werden.

Die magnetoresistiven Elemente - kurz auch Sensoren 5 - genannt, sind von der Spule 6 umschlossen, die ein Hilfsfeld Y erzeugt, welches in der Ebene der Sensoren 5 liegt, jedoch senkrecht zu der Sensor-Längserstreckung verläuft. Die Spule 6 wird von einem Oszillator 0 mit einem hochfrequenten Wechselstrom gespeist.

Es sei angenommen, daß die Spule 6 mit einem rechteckförmigen Wechselstrom gespeist wird. Dann hat das dem Maßstabsfeld X überlagerte Hilfsfeld Y ebenfalls einen rechteckförmigen Verlauf.

In Figur 3 ist die Lage der Sensorstriche 5 zum magnetischen Maßstab 2 sowie die Richtung des Hilfsfeldes Y skizzenhaft angedeutet.

Figur 4 zeigt die weitere Schematisierung einer Anordnung gemäß Figur 3. Die Sensoren sind als elektrische Ersatzwiderstände R_i ($i=1\dots n$) über dem Maßstab 2 dargestellt, um auf das Ersatzschaltbild mit zwei Voll-Brückenschaltungen gemäß Figur 5 überzuleiten.

Diese Figur 5 zeigt die Verschaltung der Sensoren R_i zu zwei Voll-Brückenschaltungen.

Die Brücken werden mit konstantem Strom oder konstanter Spannung gespeist.

An den Ausgängen der Brücken entstehen zwei amplitudenmodulierte Signale U1 und U2 mit der Frequenz mit der die Spule 6 gespeist wird.

Die Entstehung eines amplitudenmodulierten Signales ist in Figur 6 für eine Halbbrücke gezeigt.

Das Hilfsfeld Y hat die Amplitude Y_H wie im unteren Teil der Figur 6 gezeigt ist. Das Hilfsfeld Y steuert den Sensor, der eine Viertelbrücke darstellt bis zu einem bestimmten Arbeitspunkt A, A' (z.B. $DR/R=1\%$) aus. Kommt zu dem Hilfsfeld Y ein Maßstabsfeld X, so wird eine Viertelbrücke bis zu dem mit einem Kreis bezeichneten Punkt angesteuert, die andere Viertelbrücke jedoch nur bis zu dem mit einem Kreuz bezeichneten Punkt angesteuert, da die beiden Viertelbrücken räumlich um eine halbe Teilungsperiode P versetzt sind. Da die

beiden Viertelbrücken definitionsgemäß zu einer Halbbrücke verschaltet sind, erhält man als Ausgangssignal die Differenz der beiden Aussteuerungen. Man erhält es durch Spiegelung der Felder an der Empfindlichkeitskurve der Sensoren, wie in Figur 6 rechts gezeigt ist.

Die Ausgangssignale U1 und U2 können entweder mit einem phasenempfindlichen Gleichrichter vorzeichenrichtig demoduliert und als Gleichstromsignale den üblichen Interpolationsschaltungen zugeführt werden, oder es wird eine Auswerteschaltung ähnlich den bei Resolver- oder Synchroconvertern gebräuchlichen benützt.

Wenn das Hilfsfeld Y groß gegenüber dem Maßstabsfeld X ist und so gewählt ist, daß der Arbeitspunkt im linearen Teil der Empfindlichkeitskurve der Sensoren 5 liegt, hat das Ausgangssignal U1 bzw. U2 weitgehend den gleichen zeitlichen Verlauf wie das Hilfsfeld Y. Dies ist jedoch nicht Voraussetzung für die Funktion der beschriebenen Anordnung.

Figur 7 zeigt den Signalverlauf des Ausgangssignales U1 bzw. U2, wenn das Hilfsfeld Y einen dreieckförmigen Verlauf hat. Hier ist zusätzlich angenommen, daß das Hilfsfeld Y die Sensoren 5 bis über die Sättigung aussteuert. Der Signalverlauf ergibt sich wieder durch Spiegelung der Felder an der Empfindlichkeitskurve. Das Ausgangssignal U1 einer Halbbrücke ergibt sich als Differenz der beiden Viertelbrückensignale und enthält neben der Speisefrequenz viele ungerade Oberwellen. Die Auswertung kann wieder durch phasenempfindliche Gleichrichtung erfolgen, es können aber auch andere Auswerteverfahren angewandt werden, die gezielt eine Oberwelle benützen.

Die Aussteuerung mit großen Hilfsfeldern Y bis zur Sättigung, oder darüber hinaus, hat den Vorteil, daß die Sensoren 5 durch externe Fremdfelder nicht gestört werden können.

Das Hilfsfeld Y kann auch einen rein sinusförmigen Verlauf haben, was aber hier nicht ausdrücklich gezeigt werden muß.

Figur 8 zeigt das Blockschaltbild für eine Auswertung ähnlich der bei Resolvern üblichen.

Der Oszillator 0 erzeugt ein Wechselfeld für die Spule 6, die Oszillatorspannung liegt gleichzeitig am Referenzeingang R der Auswerteeinrichtung 7. Zwischen Oszillatorausgang und Referenzeingang R können noch Phasenschieber angeordnet sein, die hier nicht gezeigt sind.

Statt das Hilfsfeld Y mit einer Spule zu erzeugen, können auch andere Anordnungen zur Erzeugung von Hilfsfeldern angewandt werden. Eine Möglichkeit ist in Figur 9 beispielhaft gezeigt. In nächster Nähe der Sensoren 5 sind, durch eine isolierende Zwischenschicht 8 getrennt, stromführende Leiter 9 angeordnet, deren Feld die Sensoren 5 beeinflusst.

Patentansprüche

1. Positionsmeßeinrichtung (1) zur Messung der Relativlage zweier zueinander beweglicher Objekte, bei der eine periodische, magnetische Meßteilung (3) in Meßrichtung von einer Abtasteinheit (4) mittels wenigstens eines magnetfeldempfindlichen Elementes (5) zur Erzeugung von positionsabhängigen Ausgangssignalen (U1, U2) abgetastet wird, aus denen in einer Auswerteeinrichtung (7) Positionswerte gebildet werden, wobei das wenigstens eine magnetfeldempfindliche Element (5) in der Abtasteinheit (4) in einer zur Meßteilung (3) parallelen Ebene angeordnet ist und von einem magnetischen Hilfsfeld (Y) magnetisch vorgespannt wird, dadurch gekennzeichnet, daß das magnetische Hilfsfeld (Y) ein hochfrequentes Wechselfeld ist.

5
2. Positionsmeßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das magnetische Hilfsfeld (Y) kleiner ist, als die Sättigungsfeldstärke der magnetfeldempfindlichen Elemente (5).

10
3. Positionsmeßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das magnetische Hilfsfeld (Y) größer ist, als die Sättigungsfeldstärke der magnetfeldempfindlichen Elemente (5).

15
4. Positionsmeßeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Hilfsfeld (Y) einen rechteckförmigen Verlauf hat.

20
5. Positionsmeßeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Hilfsfeld (Y) einen dreieckförmigen Verlauf hat.

25
6. Positionsmeßeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Hilfsfeld (Y) einen sinusförmigen Verlauf hat.

30
7. Positionsmeßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Wechselfeld von einer Spule (6) erzeugt wird, die von einem Oszillator (0) gespeist wird.

35
8. Positionsmeßeinrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Oszillator (0) in der Abtasteinheit (4) angeordnet ist.

40
9. Positionsmeßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinrichtung (7) in der Abtasteinheit (4) angeordnet ist.

45
10. Positionsmeßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Positionswerte mittels phasenempfindlicher Gleichrichtung der positionsabhängigen Ausgangssignale (U1, U2) gebildet werden.

50
11. Positionsmeßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Positionswerte mittels Interpolation mit Synchron- oder Resolververconvertern gebildet werden.

55
12. Positionsmeßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Hilfsfeld durch stromführende Leiter (9), die mit den magnetfeldempfindlichen Elementen (5) verbunden sind, erzeugt wird.

55
13. Positionsmeßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Hilfsfeld durch stromführende Leiter (9), die über eine isolierende Zwischenschicht (8) mit den magnetfeldempfindlichen Elementen (5) verbunden sind, erzeugt wird.

55
14. Positionsmeßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die magnetfeldempfindlichen Elemente (5) in der zur Meßteilung (3) parallelen Ebene waagrecht liegend angeordnet sind.

55
15. Positionsmeßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die magnetfeldempfindlichen Elemente (5) in der zur Meßteilung (3) parallelen Ebene senkrecht stehend angeordnet sind.

55
16. Positionsmeßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das magnetfeldempfindliche Element (5) eine Feldplatte ist.

55
17. Positionsmeßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das magnetfeldempfindliche Element (5) ein magnetoresistives Element ist.

55

FIG. 1

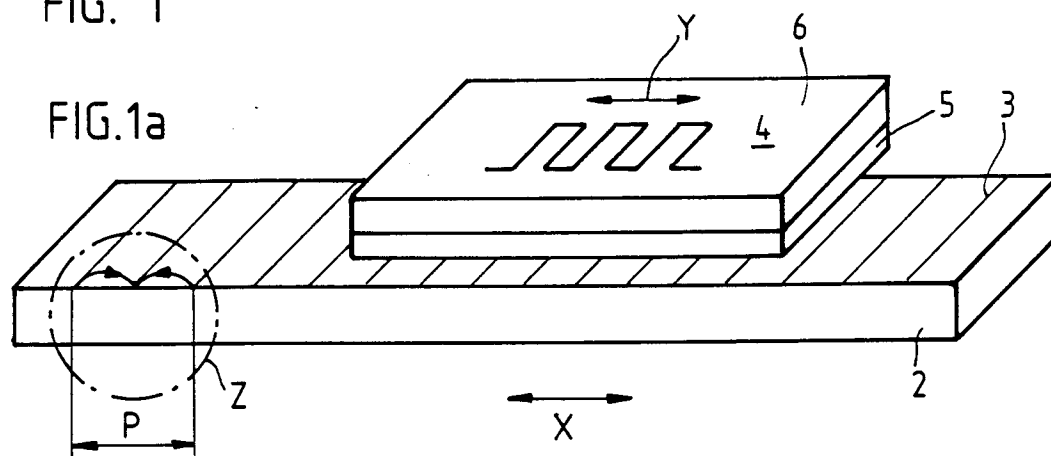


FIG.1b

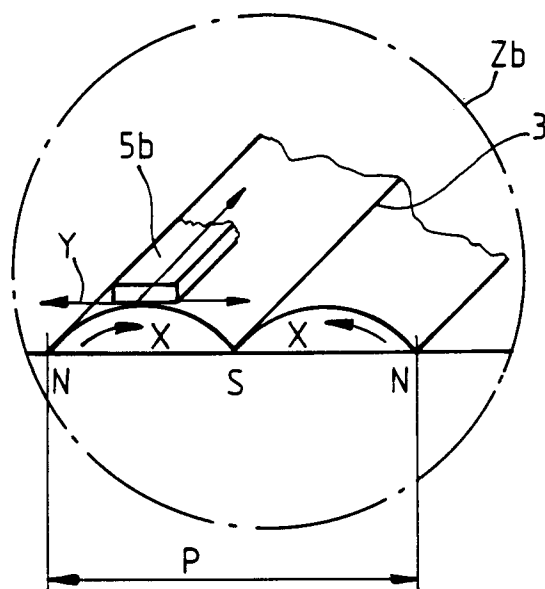


FIG.1c

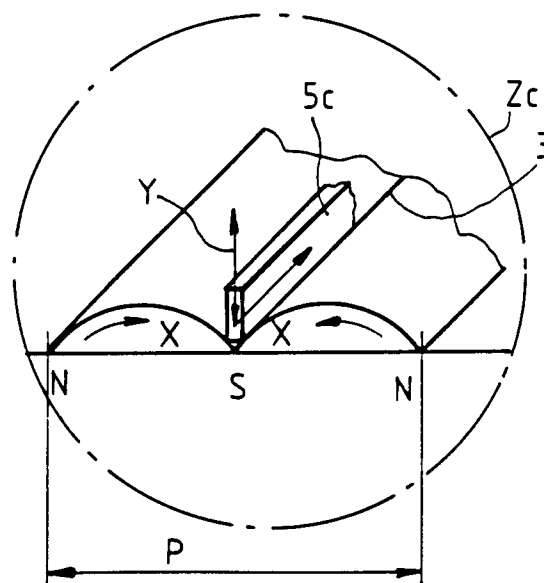


FIG. 2

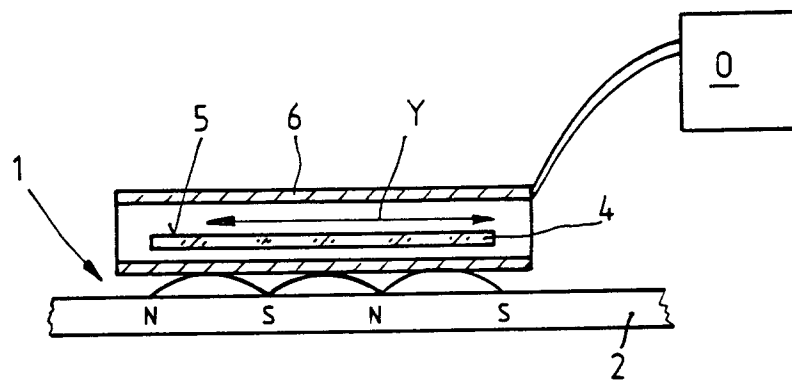


FIG. 3

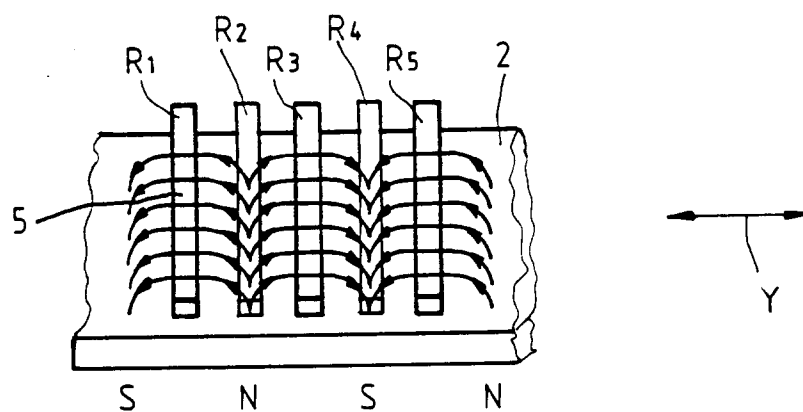


FIG. 4

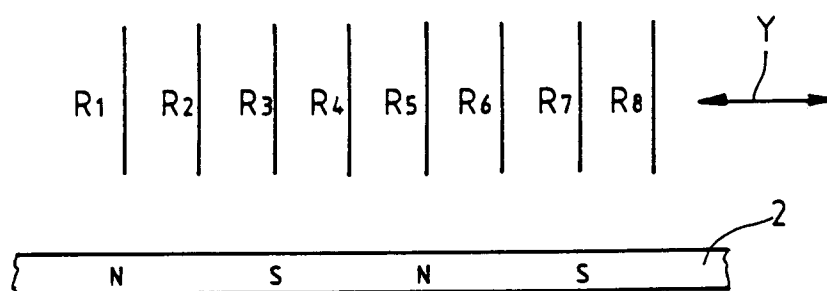


FIG. 5

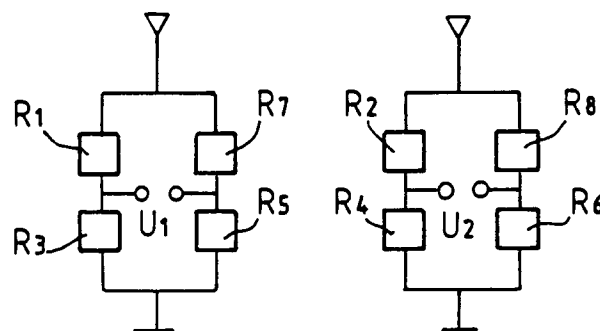


FIG. 6

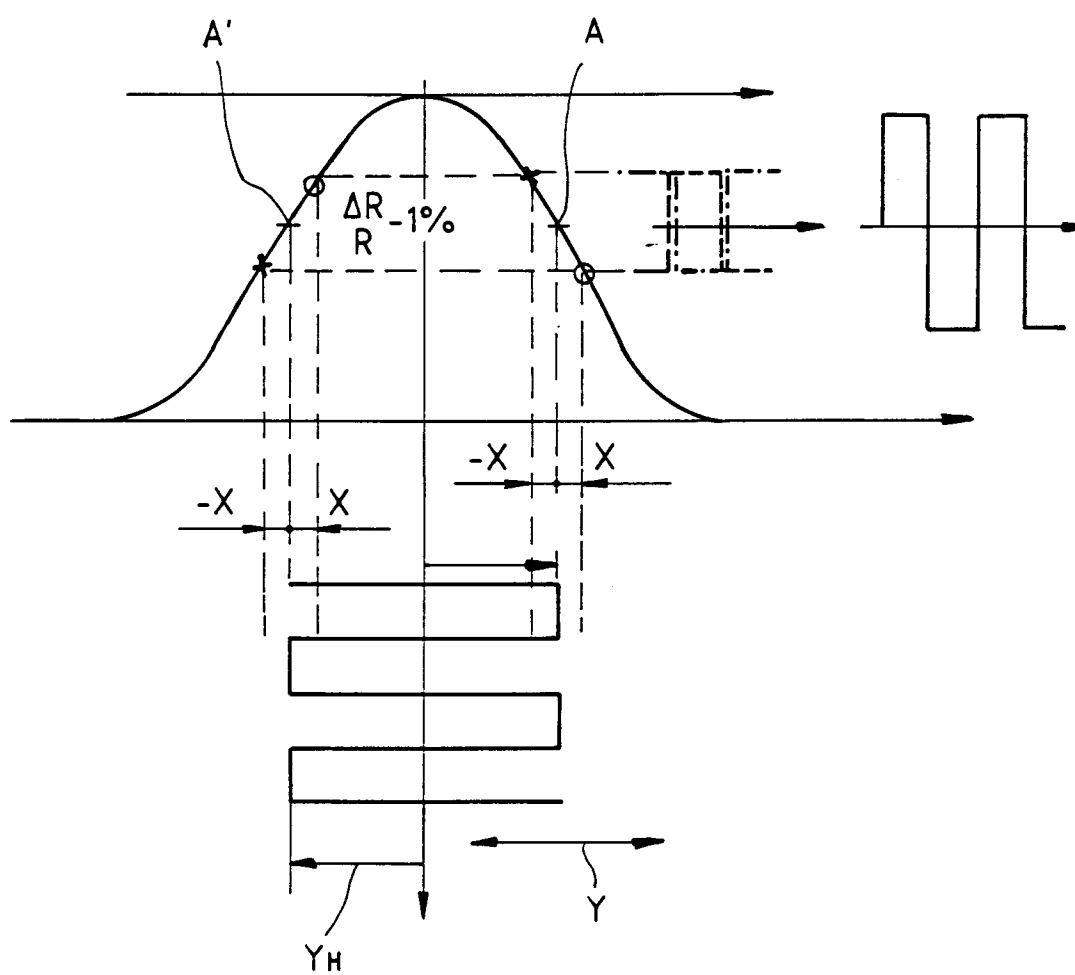


FIG. 7

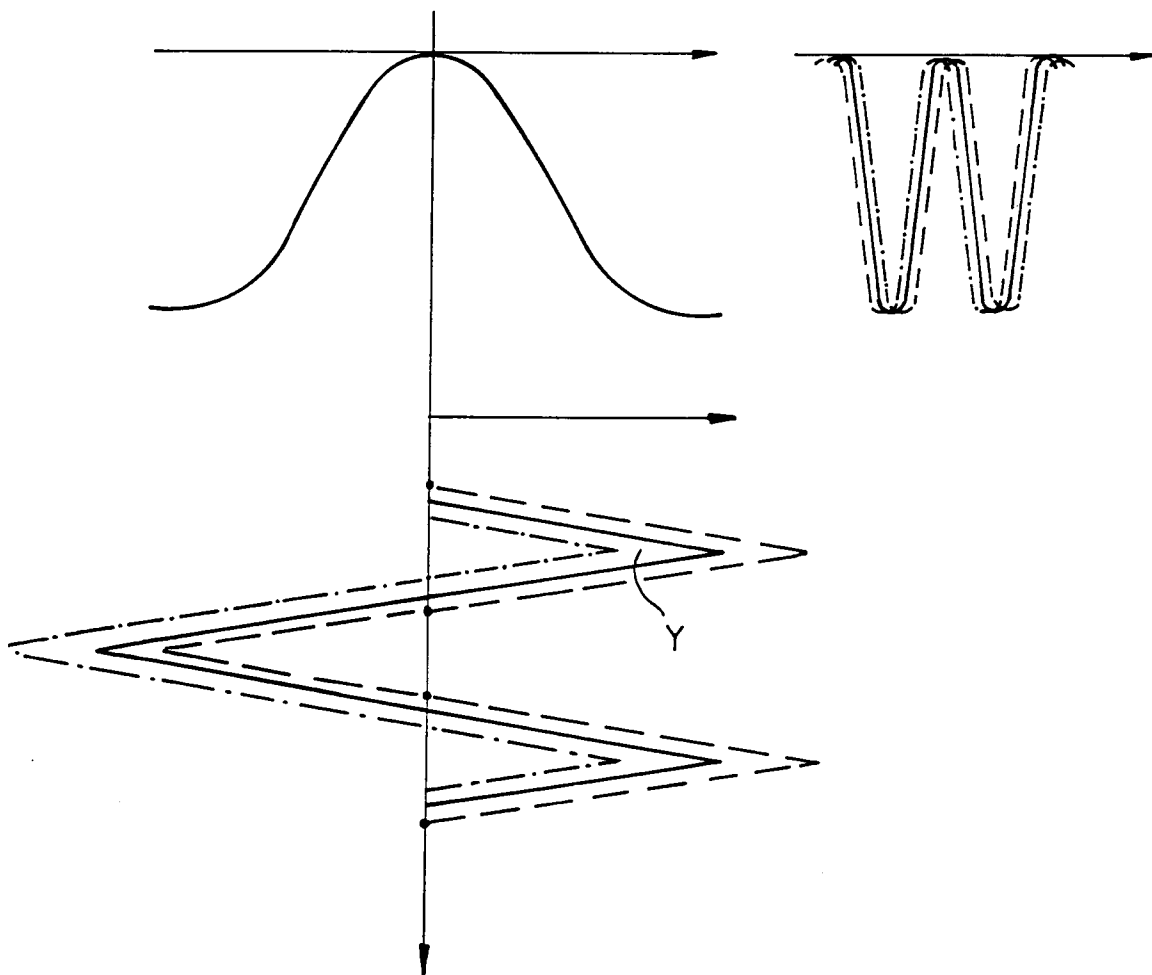


FIG. 8

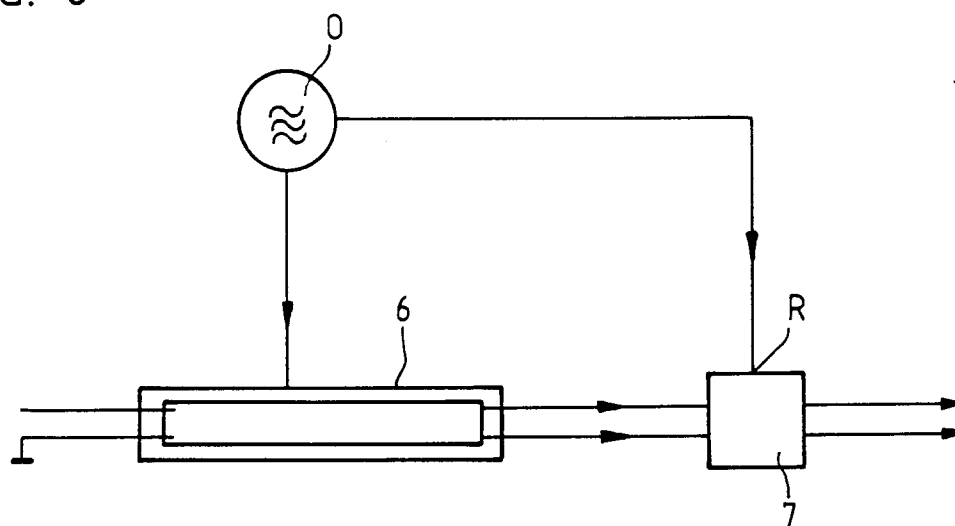
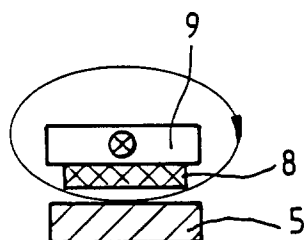


FIG. 9





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 94 10 4762

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 15, no. 347 (P-1246) 3. September 1991 & JP-A-03 131 717 (KOMATSU LTD.) 5. Juni 1991 * Zusammenfassung *	1,2,6-8, 14	G01D5/16
Y		15-17	
A		3-5	
Y	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 5, no. 196 (P-093) 12. Dezember 1981 & JP-A-56 118 612 (SONY CORP.) 17. September 1981 * Zusammenfassung *	15,17	
A		1-3	
Y	--- DE-A-41 29 576 (ARNOLD MÜLLER GMBH & CO KG) * Spalte 3, Zeile 48 - Spalte 4, Zeile 36; Abbildungen 1-4 * -----	16	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			G01D
Recherchenart		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG		23. August 1994	Chapple, I
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	